

BAB II

LANDASAN TEORI

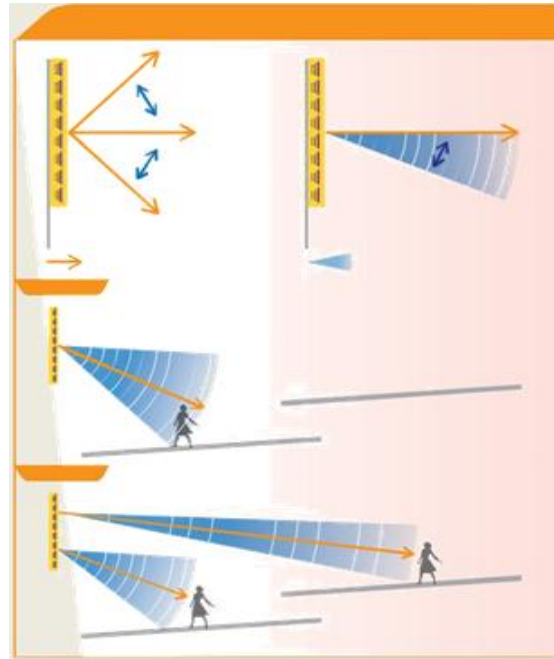
2.1 Studi Yang Pernah Dilakukan

Pada penelitian *Sound Localizing Speaker Array* dilakukan peneliti dengan menciptakan *offset* fase antara pembicara pada jarak yang sudah ditentukan untuk melokalisasikan suara delapan speaker kepusat tertentu menggunakan nada murni. Pengujian yang dilakukan meliputi jumlah speaker, jarak antara speaker, frekuensi setiap speaker, dan *offset* fase masing masing speaker. Implementasi dalam penulisan ini adalah hanya untuk *single sine* atau *square wave*. *Singgel sine* atau *square wave* adalah suatu gelombang yang terbentuk dari resultan antara frekuensi dasar dengan frekuensi harmonik ganjil. Semakin banyak frekuensi harmonik ganjil maka sinyal dari hasil resultan akan semakin mendekati bentuk persegi. Dari penelitian yang dilakukan dapat dihasilkan data untuk mengukur efek suara diperlukan area datar dan terbuka dimana tidak akan ada banyak resonansi dari dinding. Pengukuran yang diambil dari titik terdekat pusat suara lebih kuat dibandingkan dari titik terjauh pusat suara (Ansai & Regalbuto, 2013).

2.2 Audio Beam Steering

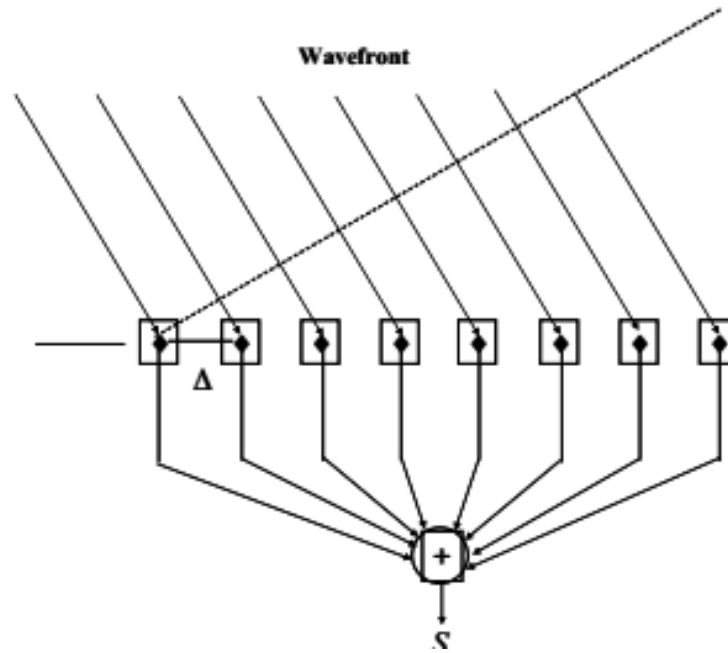
Audio Beam Steering (ABS) merupakan sebuah metode manipulasi magnitudo dan fase setiap deret pengeras suara. ABS sering digunakan untuk mengarahkan audio dari pengeras suara ke lokasi tertentu di area pendengaran, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.1. Hal ini dilakukan dengan mengubah fasa dari dua atau lebih loudspeaker yang dipasang berderet, dimana suara yang diarahkan merupakan gabungan dari suara setiap loudspeaker yang ditambahkan dan atau ditunda pada fasa tertentu (Anderson, Moser, & Gee, 2012). Jenis pengaturan loudspeaker seperti ini dikenal dengan line array atau deret sumber suara. Penggunaan phased array dapat diperoleh dari D Flip-Flop (Ishikawa et al., 2014), adaptive FIR filter (Yamada, Itsuki, & Kinouchi, 2004). Teknik digital ini sedang dilakukan pengembangan untuk produk peralatan elektronika audio visual. Adapun ABS yang menggunakan DSP dirintis di awal tahun 1990-an oleh Duran Audio yang meluncurkan teknologi yang disebut Digital Directivity Control

(DDC). Dalam deret sumber suara, setiap loudspeaker diatur dalam garis lurus atau segmen busur. Deret loudspeaker ini bekerja sama untuk menyediakan satu muka gelombang.

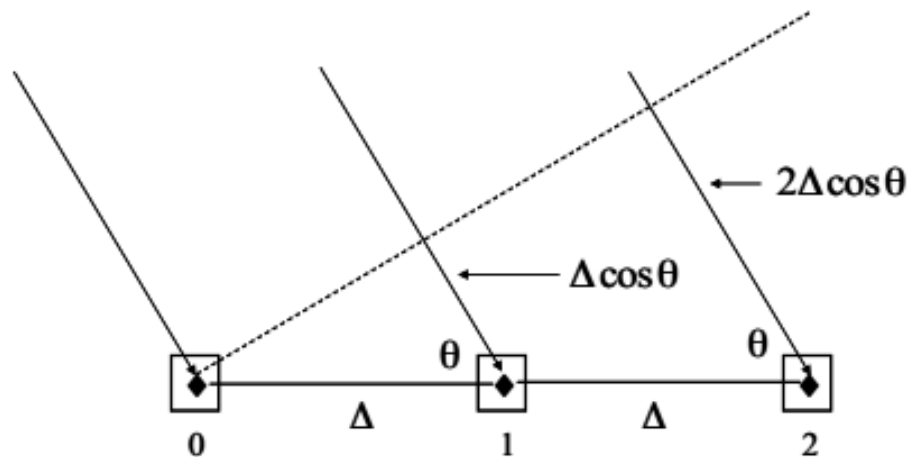


Gambar 2.1 Deret Loudspeaker Dalam Sistem ABS

Gambar 2.2 menunjukkan delapan loudspeaker dengan muka gelombang yang di pancarkan, dan Gambar 2.3 menunjukkan pandangan yang diperbesar dari tiga elemen pertama yang menggambarkan sudut pancaran dan penundaan fase relatif terhadap loudspeaker referensi.



Gambar 2.2 Delapan loudspeaker dengan muka gelombang yang dipancarkan



Gambar 2.3 Pandangan diperbesar dari 3 elemen pertama

Sebuah sumber suara akan menghasilkan tekanan P_0 pada jarak r yang dapat dituliskan :

$$p_0(r, t) = \frac{A}{r} e^{j(\omega t - kr)} \quad (2.1)$$

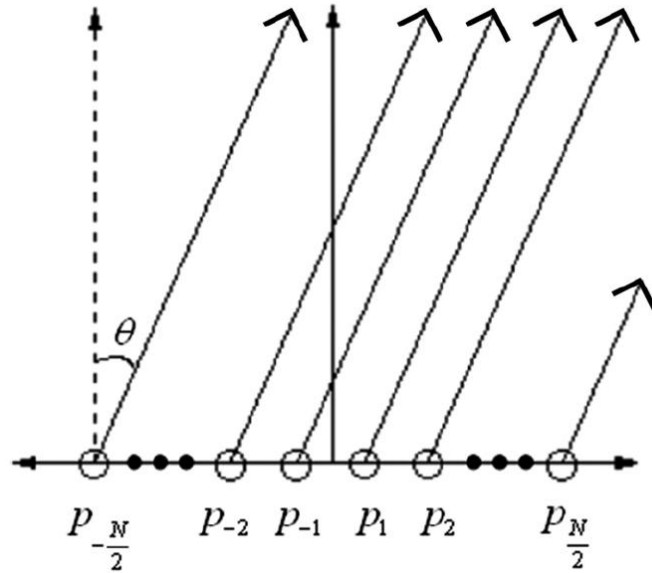
A adalah amplitude sumber suara dimana $A = P_0 \cdot R_0$ (P_0 merupakan amplitude sejauh R_0), K adalah acoustic wave number. Gambar 2.4 merupakan deret sumber suara diskrit beserta geometrinya.

Tekanan total P_{total} ditentukan oleh penjumlahan medan tekanan yang dihasilkan oleh setiap sumber suara, i , dinyatakan :

$$p_{total}(r, t) = e^{j\omega t} \sum_{-\frac{N}{2}}^{\frac{N}{2}} \frac{A_i}{A_i} e^{jk r_i} \quad (2.2)$$

Dengan N adalah jumlah total sumber suara.

Untuk asumsi medan jauh, $r \gg d$, dimana d adalah jarak antara sumber suara, dapat diasumsikan bahwa fasa muka gelombang yang dihasilkan oleh setiap sumber suara, ϕ , dinyatakan :



Gambar 2.4 Gambar geometris deret sumber suara

$$\phi = k \cdot d \cdot \sin \theta \quad (2.3)$$

Dimana θ adalah sudut medan suara terhadap garis yang tegak lurus terhadap sumbu deret sumber suara.

Tekanan total, P_{total} , merupakan penjumlahan dari setiap sumber sejumlah N , dengan menganggap N genap, maka :

$$P_{total} = p_0 (e^{-j[(N-1)/2]\phi} + \dots e^{-j(3/2)\phi} + e^{-j(1/2)\phi} + e^{j(1/2)\phi} + e^{j(3/2)\phi} + \dots + e^{j[(N-1)/2]\phi}) \quad (2.4)$$

Yang dapat dituliskan menjadi :

$$P_{total} = p_0 e^{-j[(N-1)/2]\phi} \left[\sum_{q=0}^{N-1} x^q \right] \quad (2.5)$$

dimana $x = e^{-j\phi}$. Dengan penggunaan deret geometri $1+x+x^2+\dots+x^{N-1}=(1-x^N)/(1-x)$, maka tekanan total dapat dinyatakan:

$$P_{total} = p_0 \frac{e^{j(N/2)\phi}}{e^{j(1/2)\phi}} \cdot \frac{1-e^{-jN\phi}}{1-e^{-j\phi}} = p_0 \frac{e^{j(N/2)\phi} - e^{-j(N/2)\phi}}{e^{j(1/2)\phi} - e^{-j(1/2)\phi}} = p_0 \frac{\sin\left(\frac{N}{2}\phi\right)}{\sin\left(\frac{1}{2}\phi\right)} \quad (2.6)$$

$$P_{total}(r, \theta, t) = \frac{A}{r} \frac{j(\omega t - kr) \sin\left(\frac{N}{2}kd \sin \theta\right)}{\sin\left(\frac{1}{2}kd \sin \theta\right)} \quad (2.7)$$

Perbandingan tekanan total ternormalisasi terhadap pada $\theta=0$, didefinisikan sebagai fungsi arah, $H(\theta)$, yang dinyatakan :

$$H(\phi) \frac{P_{total}(\theta)}{P_{total}(\theta=0)} = \frac{1}{N} \frac{\sin\left(\frac{N}{2}kd \sin \theta\right)}{\sin\left(\frac{1}{2}kd \sin \theta\right)} \quad (2.8)$$

Pada penggunaan deret sumber suara, pengarahan deret suara dilakukan secara elektronik dengan menggunakan beda fasa dari pada memutar sumber suara secara fisik. Perbedaan fasa dilakukan dengan memasukkan delay waktu antar kanal yang berdekatan, τ_0 , yang dinyatakan :

$$\tau_0 = \frac{d \sin \theta_0}{c} \quad (2.9)$$

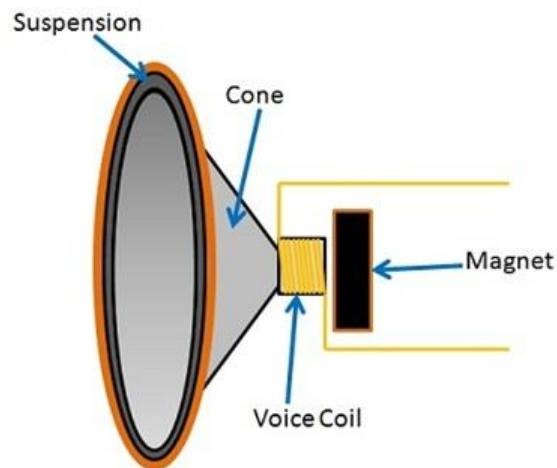
Dimana c adalah kecepatan suara, d adalah jarak antara sumber suara θ_0 adalah sudut yang diinginkan. Jarak antara sumber suara harus memenuhi besaran celah yang dinyatakan :

$$D < \frac{\lambda}{1 + \sin \theta} \quad (2.10)$$

Dengan λ adalah panjang gelombang suara.

2.3 Loudspeaker

Loudspeaker merupakan alat yang mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Loudspeaker menghasilkan suara dengan menggetarkan cone yang memiliki sifat fleksibel. Cone merupakan bagian dari loudspeaker yang terbuat dari kertas dan dikelilingi oleh material fleksibel yaitu magnet, dapat diperhatikan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Susunan bagian dari loudspeaker

Proses ini bergetarnya cone berawal dari voice coil yang dialiri arus yang akan menimbulkan medan magnet disekitarnya. Medan magnet yang dihasilkan oleh voice coil saling berinteraksi dan menyebabkan cone bergetar. Getaran yang dihasilkan oleh cone mengakibatkan perubahan tekanan pada udara sekitar cone kemudian terdengar sebagai suara.

2.4 Power Amplifier

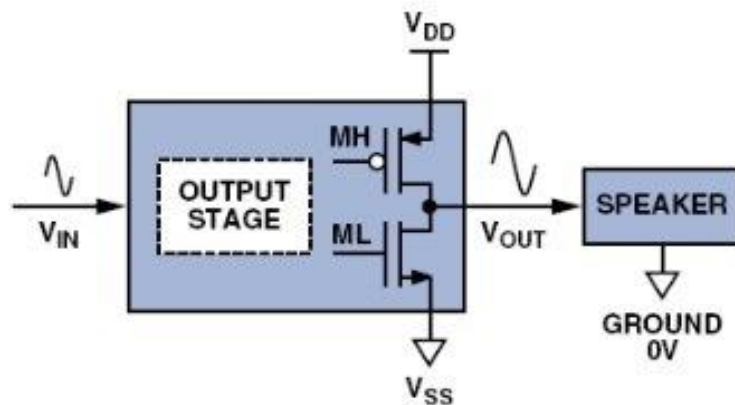
Power amplifier berfungsi sebagai alat pengubah sinyal inputan dengan amplitud rendah menjadi outputan dengan amplitud lebih tinggi dengan frekuensi tetap dan sebagai penguat daya dari sinyal input yang lemah agar dapat didengar dengan baik oleh orang banyak pada tempat yang relatif luas seperti di lapangan, gedung auditorium dan lainnya.

Penguat audio kelas D mempunyai efisiensi jauh lebih baik dari kelas lainnya seperti kelas A, kelas B, dan kelas AB. Penguat audio kelas AB

mempunyai efisiensi sangat bagus yaitu 78.5% saat sebelum dibebani *loudspeaker*. Efisiensi turun menjadi 50% pada saat dibebani *loudspeaker*. Sampai saat ini penguat audio kelas D mempunyai efisiensi 90% saat dibebani *loudspeaker*. Sementara penguat audio Kelas D secara teori mempunyai efisiensi 100%.

Dengan tingginya efisiensi yang dimiliki, akan menghasilkan disipasi daya yang rendah. Sehingga daya yang terbuang relatif lebih rendah jika dibandingkan penguat kelas A, B, dan AB. Karena tidak membutuhkan pendingin dan daya yang besar sehingga penguat audio kelas D dapat menghemat daya. Hal ini yang menjadi keuntungan dari amplifier jenis ini.

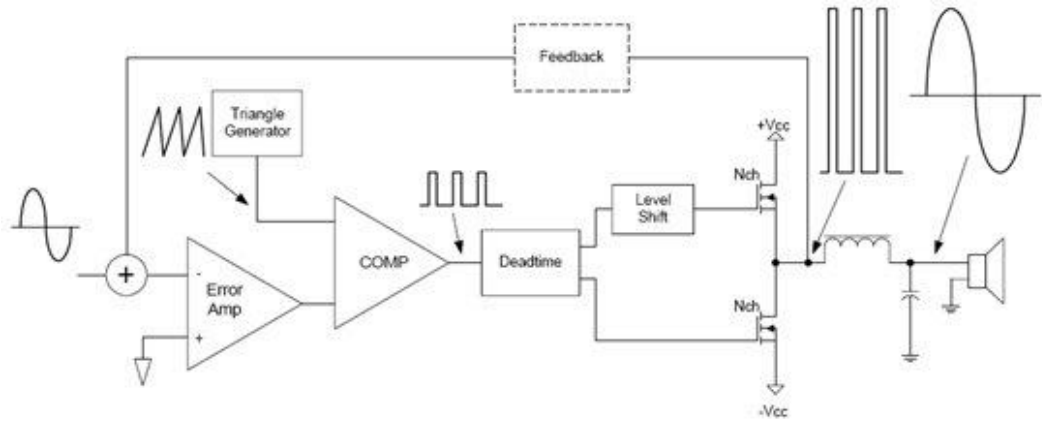
Pada umumnya keluaran dari penguat audio linier akan dihubungkan langsung ke *loudspeaker*, walaupun beberapa kasus harus melalui kapasitor. Penguat audio linier biasanya memakai penguat akhir transistor dicatu dengan tegangan emitor kolektor yang tinggi dan bisa juga menggunakan Transistor MOS. Seperti pada gambar dibawah berikut:



Gambar 2.6 Tingkat penguat akhir menggunakan CMOS

Untuk mengurangi kerugian daya pada penguat akhir maka dapat menerapkan model switching pada penguat audio kelas D yang memungkinkan mendapatkan efisiensi. Input dari sinyal audio digunakan untuk memodulasi sinyal pembawa PWM (*pulse width modulation*) yang dapat mendorong penguat akhir. Untuk menghilangkan frekuensi tinggi dari pembawa *pulse width modulation* maka sebelumnya harus melewati LPF (*low pass filter*) sebelum diumpankan ke

loudspeaker. Pada gambar dibawah menampilkan skema blok dari penguat audio kelas D dengan bentuk gelombang yang sesuai dengan proses pada rangkaian tersebut yang keluarannya menerapkan umpan balik untuk membantu kompensasi variasi tegangan masukan.



Gambar 2.7 Blok dasar penguat kelas D

2.5 Mikrokontroler Arduino DUE

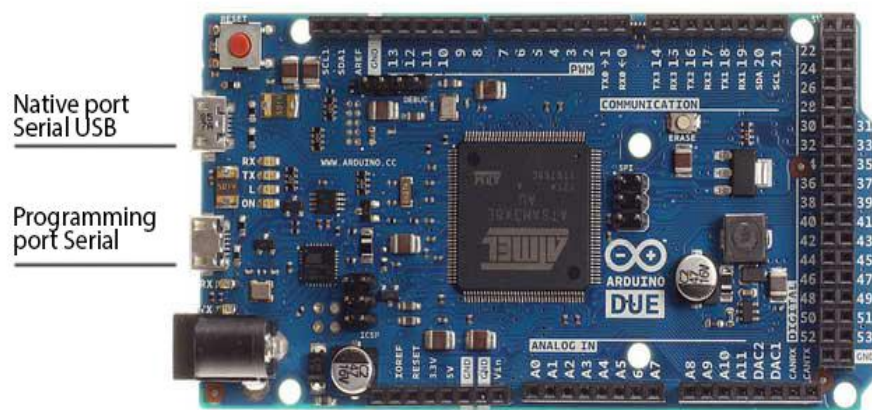
Untuk menunjang sistem ini, diperlukan sebuah perangkat kontroler yang cukup memumpuni dari segi kecepatan clock, jumlah akses bit, dan pewaktuan (Timer). Sehingga pada tugas akhir ini digunakan Arduino Due dengan CPU Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 dengan papan *board* ARM 32 bit.

Arduino Due memiliki 54 pin masukan (dimana 12 pin digunakan untuk PWM), 12 pin masukan analog, 4 hardware serial port(UART), mempunyai 84 MHz untuk clock, mempunyai koneksi dengan kemampuan USB OTG, 2 DAC (*digital to analog coverter*), 2 TWI (*Two Wire Interface*), kompatibel dengan protocol 12C dari *Phillips*), soket jack catu daya standar (2,1 milimeter), konektor SPI *header* konektor, konektor JTAG *header*, tombol reset dan tombol hapus.

Adapun kelebihan dari ARM SAM3X8E adalah sebagai berikut:

1. Memungkinkan operasi data 4 byte dalam satu siklus waktu. Dengan frekuensi CPU *clock* 84 MHz dan ukuran RAM sebesar 96 Kilobyte.
2. Mempunyai *Flash memory* sebesar 512 KB.
3. Mempunyai DMA (Direct Memory Access) yang dapat membebaskan Central Processing Unit (CPU) dari operasi memori yang intensif.

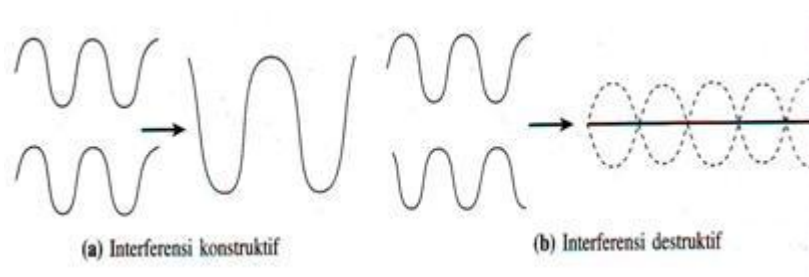
4. Mempunyai 2 kanal digital analog converter (DAC)
5. Mempunyai 12 jalur dengan resolusi ADC sebesar 12 bit.
6. I/O dapat digunakan sebagai *hardware external interrupt trigger*



Gambar 2.8 Modul arduino due (epictinker.com/Arduino-Due)

2.6 Interferensi Gelombang

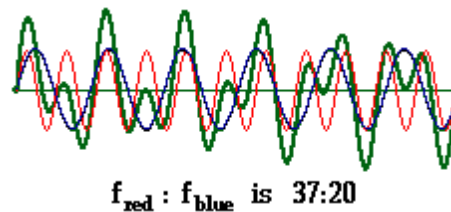
Interferensi adalah suatu fenomena dimana dua gelombang mengalami superposisi sehingga menghasilkan gelombang baru yang memiliki amplitude yang sama, lebih lemah, ataupun lebih kuat. Interferensi umumnya mengacu pada interaksi gelombang yang berhubungan atau koheren satu sama lain, baik dikarenakan gelombang tersebut berasal dari sumber yang sama maupun karena memiliki frekuensi yang mirip/berdekatan.



Gambar 2.9 Visualisasi interferensi konstruktif dan interferensi destruktif

(<http://fisikon.com/>)

Prinsip dasar superposisi gelombang menyatakan bahwa ketika dua atau lebih gelombang dengan jenis yang sama bertemu di suatu titik yang sama, resultan amplitudo di titik tersebut sama dengan penjumlahan vektor dari amplitudo masing-masing gelombang. Interferensi konstruktif terjadi ketika beda fase antar gelombang adalah kelipatan genap dari π (180°), sementara interferensi destruktif terjadi ketika beda fasenya adalah kelipatan ganjil dari π . Jika perbedaan antar fase ada di antaranya, maka magnitudo perpindahan dari gelombang jumlah berada di antara nilai maksimum dan minimum. Ketika terdapat dua gelombang dengan frekuensi yang berbeda, maka hasil interferensinya akan menghasilkan gelombang dengan frekuensi baru. Seperti diilustrasikan oleh Gambar 2.10, superposisi sinyal merah dan sinyal biru menghasilkan sinyal hijau.



Gambar 2.10 Contoh gelombang baru akibat interferensi 2 gelombang